

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-113868

(43)Date of publication of application : 16.04.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/05

(21)Application number : 2001-236250

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 03.08.2001

(72)Inventor : SUGIOKA HIDEYUKI

(30)Priority

Priority number : 2000236889

Priority date : 04.08.2000

Priority country : JP

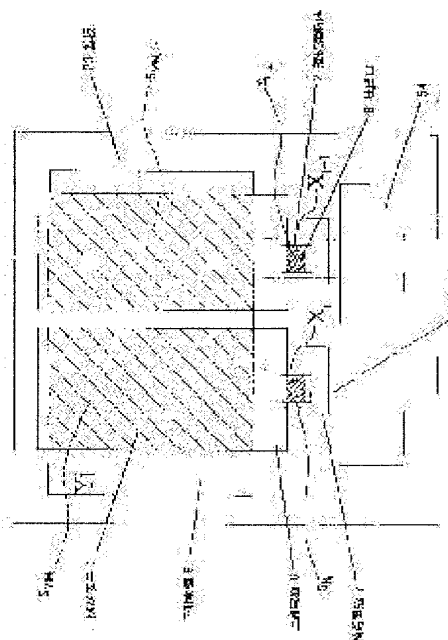
## (54) INK JET RECORDING HEAD AND INK JET RECORDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a nonlinear element itself from being broken by heating of the nonlinear element.

SOLUTION: A plurality of striped lower electrodes 5 where an insulating thin film 24 is set, and a plurality of information electrodes 7 are formed on a substrate 23 having a lower layer (thin film oxidation insulating layer) 22, on which a plurality of striped upper electrodes 6 are formed, and moreover a resistance heating unit 2 is formed. The lower electrodes 5 and the information electrodes 7 constitute a matrix circuit, and at the same time the lower electrodes 5, the upper electrodes 6 and the insulating thin film 24 constitute an MIM element 1.

The resistance heating unit 2 is connected in series to the MIM element 1. The MIM element 1 is turned on when a voltage is impressed between the lower electrodes 5 and the information electrodes 7, whereby an electricity is supplied to the resistance heating unit 2 to make the unit heat. Liquid drops 9 are accordingly discharged from a discharge opening 8. An area of the MIM element 1 is made larger than an area of the resistance heating unit 2.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-113868  
(P2002-113868A)

(43) 公開日 平成14年4月16日 (2002. 4. 16)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 4 1 J 2/05

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

ターミナル\* (参考)

1 0 3 B 2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-236250 (P2001-236250)

(22) 出願日 平成13年8月3日 (2001. 8. 3)

(31) 優先権主張番号 特願2000-236889 (P2000-236889)

(32) 優先日 平成12年8月4日 (2000. 8. 4)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 杉岡 秀行

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 100088328

弁理士 金田 暢之 (外2名)

Fターム (参考) 2C057 AF37 AF55 AG39 AG46 AP52

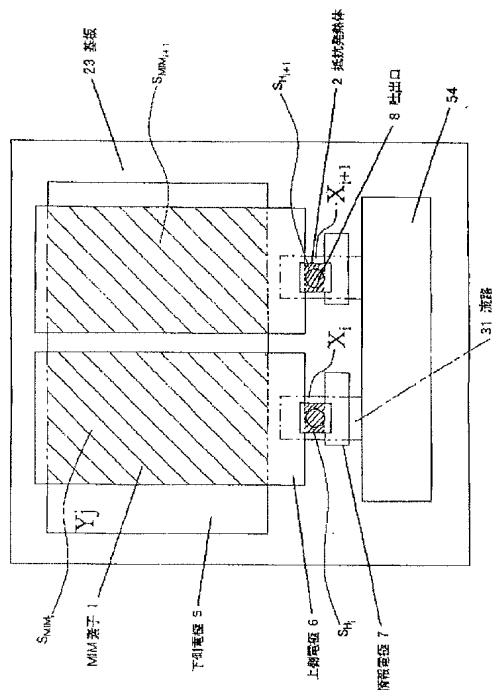
AP56 AR05 BA03 BA13

(54) 【発明の名称】 インクジェット記録ヘッドおよびインクジェット記録装置

(57) 【要約】

【課題】 非線形素子の発熱により非線形素子自体が破壊されることを防止する。

【解決手段】 下部層 (薄膜酸化絶縁層) 22を有する基板23上に、絶縁性薄膜24が設けられた複数のストライプ状の下側電極5と、複数の情報電極7が形成され、その上に、複数のストライプ状の上側電極6が形成され、さらに抵抗発熱体2が形成されている。下側電極5および情報電極7からマトリクス回路が構成されるとともに、下側電極5と上側電極6と絶縁性薄膜24とによってMIM素子1が構成されている。MIM素子1には抵抗発熱体2が直列に接続されている。下側電極5と情報電極7との間に電圧を印加すると、MIM素子1がオン状態となり、抵抗発熱体2に電力が供給されて発熱し、液滴9が吐出口8より吐出する。MIM素子1の面積は抵抗発熱体2の面積よりも大きい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクを吐出するために利用される熱エネルギーを発生する抵抗発熱体と、該抵抗発熱体に接続される一対の電極と、を有する発熱手段と、前記抵抗発熱体を駆動するために前記抵抗発熱体に直列接続され、極性に依らず、低い電圧を印加した時の抵抗値が、高い電圧を印加した時の抵抗値に比べて高い値を示すMIM型の電流電圧特性を有する非線形素子と、を有するインクジェット記録ヘッドであって、  
10 該非線形素子の面積が、前記抵抗発熱体の、前記一対の電極間の面積よりも大きいことを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項2】 前記非線形素子の面積が、前記抵抗発熱体の、前記一対の電極間の面積の3.7倍～10<sup>8</sup>倍である、請求項1に記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項3】 駆動状態における前記非線形素子の抵抗値が、前記抵抗発熱体の抵抗値と実質的に等しい、請求項1または2に記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項4】 前記非線形素子の、吐出口配列方向の長さは、該配列方向と実質的に直交する方向の長さよりも短い、請求項1～3のいずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッド。  
20

【請求項5】 前記非線形素子は前記抵抗発熱体と同一の基板上に形成されており、該基板と実質的に垂直な方向には前記抵抗発熱体に対応して形成された流路内のインクを吐出する吐出口が形成されており、前記流路は、前記抵抗発熱体が形成された位置から、主に前記非線形素子が配設されている位置と反対側に延びている、請求項1～4のいずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッド。  
30

【請求項6】 前記非線形素子が前記抵抗発熱体と同一の基板上に形成されており、該基板と実質的に平行な方向には前記抵抗発熱体に対応して形成された流路内のインクを吐出する吐出口が形成されており、前記流路は、前記抵抗発熱体が形成された位置から、主に前記非線形素子の配設されている位置側に延びている、請求項1～4のいずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項7】 前記非線形素子に対する冷却構造を有する、請求項1～6のいずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項8】 前記発熱手段に電圧を印加するためのマトリクス回路を構成するマトリクス電極を有する、請求項1～7のいずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項9】 前記非線形素子は、前記マトリクス電極の交点に配置されている、請求項8に記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項10】 前記熱エネルギーによりインクに膜沸騰を生起させてインクを吐出する、請求項1～9のいずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッド。  
50

【請求項11】 前記抵抗発熱体に対応して設けられ、被記録媒体の被記録面にインクを吐出する吐出口を有する、請求項1～10のいずれか1項に記載のインクジェット記録ヘッドと、被記録媒体を搬送する搬送手段と、を少なくとも具備することを特徴とするインクジェット記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インクジェットプリンタに用いられる、特に発泡現象を利用したバブルジェット（登録商標）記録方式のインクジェット記録ヘッドおよびインクジェット記録装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】バブルジェット記録方式のインクジェット記録ヘッドは、一般に、微細な吐出口と流路とこの流路の一部に設けられている発熱体とを備えている。バブルジェット記録方式とは、発熱体を用いて流路内の液体を局所的に高温にすることにより気泡を発生させ、発泡時の高い圧力を利用して、液体を微細な吐出口より押し出し、液滴を記録紙等に付着させる記録方式である。

【0003】このバブルジェット記録方式で記録される画像を高精細化するためには、微小な液滴を高密度に吐出させる技術が要求される。そのため、微細な流路と微細な発熱体を形成することが特に重要である。それゆえ、バブルジェット記録方式の構造の単純性を活かして、フォトリソグラフィ技術を駆使して高密度化可能なヘッドの製造方法が提案されている（たとえば、特開平08-15629号公報）。また、液滴の吐出量を調整するために、端部に比べ中央部の発熱量が大きい発熱体が提案されている（特開昭62-201254号公報）。

【0004】発熱体としては、通常、厚さ0.05 $\mu$ m程度の窒化タンタル薄膜抵抗体を用い、これに通電した時のジュール熱で液体の発泡を行う。このような抵抗発熱体には、通常、キャビテーションによる抵抗発熱体表面の損傷を防止するために、0.8 $\mu$ m程度のSiNなどの絶縁層を介して厚さ0.2 $\mu$ m程度のTaなどの金属からなる耐キャビテーション層が設けられている。

【0005】また、特開昭64-20150号公報には、基板上に複数の縦配線と複数の横配線が設けられ、両者の交点部分に、順電流のみが流れる整流素子とこれに接続された発熱素子とが設けられているマルチノズルインクジェットヘッドが開示されている。また、特開昭57-36679号公報には、基板上に、順方向通電により発熱可能な複数のダイオードがアレイ状に配列されているサーマルヘッドが開示されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来のインクジェット記録ヘッドの多くは、発熱素子とダイオードやロジック回路部が、半導体プロセス（イオン注入などの方法）で

シリコン基板上に同時に作り込まれている。したがって、比較的ノズル数の少ないヘッドではコンパクト化でき、単一の工程で出来るという利点がある。しかし、例えば紙幅いっぱいの長さを有するフルラインマルチヘッドは12インチ（約30cm）程度の長さが必要で、これを一体形成しようとする、通常のシリコンウェハーを使うことが難しく高コスト化を招くおそれがある。

【0007】そこで、イオン注入法などの従来の半導体プロセスに頼らないで作成できる非線形素子を用いて、マトリクス状に配列されたバブルジェット記録用の発熱素子を選択的に駆動することができれば、長尺のインクジェット記録ヘッドを低コストで提供できる可能性がある。

【0008】従来から、非線形素子であるMIM素子等が液晶装置などに用いられている。このMIM素子が液晶装置に用いられる場合、通常の電力密度は1W/m<sup>2</sup>程度である。これに対して、バブルジェット記録ヘッドの発熱体としてはおよそ0.1GW/m<sup>2</sup>以上の電力密度を扱う必要がある。したがって、MIM素子をバブルジェット記録ヘッドの発熱体として用いようとする、液晶装置に用いられる場合等と比べてはるかに大きな電力を、MIM素子に直列接続した抵抗素子に供給する必要がある。この問題に対して、MIM素子への印加電圧を上げることにより、MIM素子へ供給可能な電力を上げることはある程度可能である。しかしながら、MIM素子そのものの発熱によってMIM素子の温度が上昇して素子自体の破壊に至るおそれがあった。このようなMIM素子そのものの発熱は、液晶装置に用いられる場合など、MIM素子をマトリクス駆動用の非線形素子とする従来の構成ではまったく問題とならなかったが、MIM素子をバブルジェット記録装置の発熱体のマトリクス駆動用の非線形素子として用いる場合には、その特有の問題として、MIM素子の発熱によりMIM素子自体が破壊されるおそれがある。

【0009】そこで本発明の目的は、バブルジェット記録方式の発熱体を駆動するためにMIM型電気特性を有する非線形素子を用い、その非線形素子の発熱により非線形素子自体が破壊されることを防止し、低コストで長尺化可能なインクジェット記録ヘッドおよびインクジェット記録装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の特徴は、インクを吐出するために利用される熱エネルギーを発生する抵抗発熱体と、抵抗発熱体に接続される一対の電極とを有する発熱手段と、抵抗発熱体を駆動するために抵抗発熱体に直列接続され、極性によらず、低い電圧を印加した時の抵抗値が、高い電圧を印加した時の抵抗値に比べて高い値を示すMIM型の電流電圧特性を有する非線形素子とを有し、非線形素子の面積が、抵抗発熱体の、一対の電極間の面積よりも大きいところにある。この構成に

より、非線形素子の発熱により非線形素子自体が破壊してしまうことが防げる。

【0011】さらに、非線形素子の面積が、抵抗発熱体の、一対の電極間の面積の3.7倍～10<sup>8</sup>倍であることが好ましい。これにより、非線形素子の発熱により非線形素子自体が破壊してしまうことが防げるとともに、ヘッドの小型化の妨げとならない。さらに、吐出用液体の発泡に必要な大電流を流しつつ、素子駆動コストの上昇を生じない程度に駆動電圧を低く抑えることができる。

【0012】また、非線形素子の、吐出口配列方向の長さが、該配列方向と実質的に直交する方向の長さよりも短いことが好ましい。これにより、吐出口と非線形素子を高密度に並べることができる。

【0013】また、非線形素子が抵抗発熱体と同一の基板上に形成されており、基板と実質的に垂直な方向に形成された吐出口を有し、流路が、抵抗発熱体形成部分から、主に非線形素子の配設位置と反対側に延びていてもよい。または、非線形素子が抵抗発熱体と同一の基板上に形成されており、基板と実質的に平行な方向に形成された吐出口を有し、流路が、抵抗発熱体形成部分から、主に非線形素子の配設位置側に延びていてもよい。いずれの場合も、大面積の非線形素子を液体吐出の邪魔にならないように配置できる。

【0014】さらに、非線形素子に対する冷却構造を有すると、非線形素子の発熱により非線形素子自体が破壊してしまうことがより確実に防げる。

【0015】また、駆動状態における非線形素子の抵抗値が、抵抗発熱体の抵抗値と実質的に等しいことが好ましい。

【0016】また、発熱手段に電圧を印加するマトリクス回路を構成するマトリクス電極を有していてもよい。そして、非線形素子が、マトリクス電極の交点に位置していてもよい。

【0017】また、本発明のインクジェット記録ヘッドは、熱エネルギーによりインクに膜沸騰を生起させてインクを吐出するものであってもよい。

【0018】本発明のインクジェット記録装置は、前記抵抗発熱体に対応して設けられ、記録媒体の被記録面に対向してインクを吐出する吐出口を有する、前記したいずれかの構成のインクジェット記録ヘッドと、記録媒体の搬送手段とを少なくとも具備することを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0020】（第1の実施形態）図1は本発明の第1の実施形態を示す要部平面図、図2はその電気特性を示すグラフ、図3はその要部断面図、図4はその電気回路を模式的に示す回路図である。

【0021】図1、3に示すように、本実施形態のイン

クジェット記録ヘッドは、下部層（薄膜酸化絶縁層）22を有する基板23上に、絶縁性薄膜24が設けられた複数のストライプ状の下側電極（縦電極）5と、複数の信号電極（情報電極）7が形成され、さらにその上に、複数のストライプ状の上側電極（横電極）6が形成され、さらに薄膜抵抗発熱体（発熱素子）2が形成されている。このように構成された基板23に、吐出口形成部52が配置されている。

【0022】基板23は、熱良導体材料に下部層22が形成されたものである。複数の下側電極5は、マトリクス回路を構成する走査電極であり、極めて薄い絶縁性薄膜24で被覆されている。これに対し、複数の上側電極6は、下側電極5と交差する方向に実質的に平行に配列され、抵抗発熱体2の一端に接続されている。また、情報電極7は、抵抗発熱体2の他の一端に接続され、マトリクス回路を構成するものである。ここで、吐出口形成部52は、各抵抗発熱体2に対応する複数の流路31が接続されている。また、各流路31は外部に向けて開口している複数の吐出口8を有している。

【0023】本実施例では、下側電極5と、上側電極6と、両者の間に介在する絶縁性薄膜24とによって、MIM型電流電圧特性を示す非線形素子、すなわちMIM素子1が構成されている。このMIM素子1の面積は抵抗発熱体2の面積より大きい。

【0024】MIM型電気特性とは、MIM素子やバリスタの電流電圧特性のように、図2に示す通り、極性に依らず、高電圧側では低い抵抗値を示し、低圧側では高い抵抗値を示す電流電圧特性である。MIM素子とは、原義的には金属／絶縁体／金属という構造のトンネル接合素子であるが、通常は、導電体電極／絶縁体／導電体電極という構造の接合素子もMIM素子と呼ぶ。ここで、絶縁体の伝導機構としては、プールフレネル型伝導のような絶縁体の中で複数のトンネリングを繰り返すホッピング型の電気伝導や、ファウラーノルドハイム型伝導のような比較的単純なトンネル伝導などが知られている。こうしたトンネル型の電流が流れ、接合素子に電流が流れるためには、電極間の距離が極めて狭い必要がある。なお、ZnOにBiや、PrおよびCoなどの金属酸化物を添加した焼結体層や、炭化けい素SiCの粒状結晶層を、絶縁層の代わりに電極間に配置したいいわゆるバリスタも、前記したMIM素子と同様に非線形素子として用いることができ、MIM型電気特性を得ることができる。

【0025】本実施形態のインクジェット記録ヘッドは、下側電極5および情報電極7からなるマトリクス回路と、このマトリクス回路の交点に位置するMIM素子1と、MIM素子1に直列に接続された抵抗発熱体2とを有している。

【0026】このような構成であるため、後述するように、マトリクス回路を構成する下側電極5と情報電極7

との間に電圧を印加すると、MIM素子1がオン状態となり、抵抗発熱体2に電力が供給される。抵抗発熱体2が電力の供給を受けて発熱すると、吐出用液体供給口54から供給されて流路31内に存在する吐出用液体（インク）が急速加熱されて気泡が発生し、この発泡圧によって液滴9が吐出口8より吐出し、吐出した液滴9が外部の記録媒体（図示せず）に付着して画像が形成される。もちろん、下側電極5および情報電極7に十分な電圧が印加された個所（選択点）においてのみ、前記したとおり抵抗発熱体2の発熱および液体吐出が行われる。両電極5、7に十分な電圧が印加されていない個所（非選択点）では、液体吐出は行われない。

【0027】MIM素子1が、マトリクスをなす両電極5、7の交点に、極めて薄い下部層22を介して配置されているので、マトリクス駆動時のバイアス電圧による非吐出点（非選択点）での不要な発熱を抑制し、抵抗発熱体2をマトリクス駆動できる。また、マトリクス駆動により、図示しないドライバ（駆動手段）を抵抗発熱体2から分離して設けることが容易にできるため、高価なSi基板を用いる必要がなく、安価に大量生産することができる。

【0028】マトリクス駆動を行うためには、ある等しい絶対値 $I_0$ の電流を生じさせるための印加電圧 $V_1$ と $-V_2$ が、 $0.5 < (V_1/V_2) < 2$ の関係を満足し、かつ印加電圧 $+V_1/2$ および $-V_2/2$ に対応する電流の絶対値が $I_0/10$ 以下であることが好ましい。

【0029】MIM素子1に電流が流れ得る、絶縁性薄膜24の膜厚の限界値、すなわち電極5、6間の間隔の限界値は、絶縁材料や電極材料の種類や伝導構造に大きく依存するが、MIM素子1として有効な電流が流れるためには、電極5、6間の間隔をおおよそ100nm以下にすることが好ましい。さらに、バブルジェット記録ヘッドのマトリクス駆動に必要な大電流を低電圧で得るためには、この間隔を40nm以下とすることが好ましい。一方、間隔が極端に狭いと電極5、6の金属表面のイオンが電界放射を起こすおそれがあるため、1nm以上とすることが好ましい。また、安定したトンネル接合を得るためには4nm以上とすることが好ましい。すなわち、電極5、6間の間隔は1～100nmであることが好ましく、特に、バブルジェット記録ヘッドのマトリクス駆動に必要な大電流を低電圧で得るためには、電極5、6間の間隔は4～40nmとすることが好ましい。

【0030】ただし、図1～4に示す本実施形態では、MIM素子1とは別に抵抗発熱体2を設け、この抵抗発熱体2により液体加熱を行っている。本実施形態では、図1に示すように、MIM素子1の面積が、これに直列接続された抵抗発熱体2の面積より大きいため、抵抗発熱体2がある時間内に発泡する電力密度の電力を供給しても、MIM素子1自体の昇温は抑制されるため、MIM素子1の破壊を防止することができる。

【0031】次に、図4を参照して、本発明のマトリクス回路について改めて説明する。図4中には、j番目およびj+1番目の走査電極（下側電極） $Y_j$ 、 $Y_{j+1}$ と、i番目及びi+1番目の情報電極 $X_i$ 、 $X_{i+1}$ がそれぞれ模式的に示されている。走査電極 $Y_j$ 、 $Y_{j+1}$ と情報電極 $X_i$ 、 $X_{i+1}$ がマトリクス回路を構成しており、このマトリクス回路の交点に、非線形素子であるMIM素子1と、抵抗発熱体2が配置されている。また、吐出液滴9が模式的に示されている。

【0032】図4において、走査電極に選択電位波形を入力し、情報電極に画像信号に応じて吐出用または非吐出用情報電位波形を入力することにより、MIM素子1をオン状態またはオフ状態に制御することができる。すなわち、選択電位波形が入力された走査電極と、吐出用情報電位波形が入力された情報電極との交点に位置するMIM素子1のみがオン状態となり、これに直列接続された抵抗発熱体2に電力が供給されて、抵抗発熱体2の一对の電極間に熱エネルギーが発生して、液滴9が吐出される。これ以外のMIM素子1は、たとえ走査電極への選択電位波形の入力または情報電極への吐出用情報電位波形の入力のいずれか一方のみが行われていても、オフ状態となり、これに直列接続された抵抗発熱体2には電力が供給されず、液滴9が吐出されない。

【0033】前記の通り、MIM素子1の面積が、このMIM素子1に直列接続された抵抗発熱体の一对の電極間の面積（以下、単に「抵抗発熱体の面積」とも言う）に比べて大きいほど、MIM素子1の発熱によるMIM素子1自体の破壊の危険は回避される。しかし、MIM素子1の面積が大きくなりすぎると、ヘッドの微細化が困難となるおそれがある。従来、MIM素子を液晶装置に用いた場合の動作時の電力密度から類推すると、MIM素子1の大きさは、直列接続された抵抗発熱体2の10<sup>8</sup>倍以下とすることが好ましい。

【0034】また、ヘッドを微細化するという観点からは、MIM素子1の面積は小さいほど好ましい。しかし、バブルジェット記録ヘッドでは、特に、抵抗発熱体2に大電力を供給するMIM素子1への印加電圧を高くして、MIM素子1がオン状態のときに吐出用液体の発泡に必要な大電流を流すことが重要である。この要件を満たし、かつ、素子駆動コストの上昇を避けるために駆動電圧を低くするには、駆動状態におけるMIM素子1の抵抗値 $R_{MIM}$ と抵抗発熱体の抵抗値 $R_H$ を実質的に等しくする必要があり、 $R_{MIM} = R_H$ であることが好ましい。また、面積 $S_{MIM}$ のMIM素子1と面積 $S_H$ の抵抗発熱体2とを、水を主成分とする吐出用液体中に並置することを考えると、直列接続されたMIM素子1により沸騰を生じさせることなく、抵抗発熱体2により膜沸騰を生じさせるためには、 $3.7 R_{MIM} / S_{MIM} < R_H / S_H$ であることが好ましい。ここで、係数としての3.7という数値は、水を主成分とする吐出用液体の膜沸騰温度が約3

00℃であり、通常の沸騰温度が100℃程度で、室温が約25℃であると想定して算出されたものである。このように、上記した2つの条件式より、 $S_{MIM} > 3.7 S_H$ であることが好ましい。すなわち、非線形素子1の面積が抵抗発熱体2の面積より3.7倍～10<sup>8</sup>倍の大きさであることが好ましい。

【0035】本実施形態では、MIM素子1の、吐出口8の配列方向の長さが、MIM素子1の、吐出口8の配列方向と実質的に垂直な方向の長さよりも短いので、吐出口8とMIM素子1を高密度に並べることができる。また、本実施形態では、MIM素子1が抵抗発熱体2と同一の基板23上に作成され、基板23と実質的に垂直な方向に吐出口5が形成されており、また、流路31が、抵抗発熱体2の形成部分から、主にMIM素子1の配設位置と実質的に反対側に向かって延びているので、大面積のMIM素子1を液体吐出の邪魔にならないように配置できる。

【0036】本実施形態のMIM素子1の製造方法について説明すると、このMIM素子1は、ストライプ状の金属電極（下電極）5を陽極酸化して得られる絶縁性薄膜（酸化絶縁膜）24の上に、下電極5と交差するストライプ状の金属電極（上電極）6が配設された構成である。具体的には、下電極5は、RFスパッタ法で厚さ約300nmのTa薄膜を形成した後、その表面を陽極酸化法で酸化して厚さ約32nmのTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>薄膜を形成したものである。この時、RFスパッタ工程は約10<sup>-2</sup>Torr程度のArガス雰囲気中で行う。また、陽極酸化工程は、0.8重量%のクエン酸水溶液中でメッシュ状白金電極を陰極として行う。また、上電極6および情報電極7は厚さ23nmのタンタル薄膜電極であり、基板23は結晶軸<111>の厚さ0.625mmのSi基板であり、下電極5の表面の下部層22は厚さ2.75μmのSi熱酸化膜であり、抵抗発熱体2は、厚さ0.05μmの窒化タンタル薄膜である。

【0037】本実施形態では、抵抗発熱体2は、大きさが25μm×25μmで面積が625μm<sup>2</sup>であり、その素子抵抗は53Ωである。また、流路31の幅は30μmで、流路間の間隔は80μmである。MIM素子1の大きさは84.5μm×20000μmで面積は1690000μm<sup>2</sup>であり、吐出口8の配列方向と垂直な方向に長く延びる帯状である。また、MIM素子1の面積は、抵抗発熱体2の面積の2704倍である。また、MIM素子1の両端、すなわち下電極5と上電極6との間に印加される電圧が6.7Vの場合、MIMの素子抵抗は53Ωである。よって、下電極5と情報電極7との間に13.4Vの電圧を印加すると、MIM素子1および抵抗発熱体2のそれぞれに6.7Vの電圧が印加され、126mAの電流が流れる。この時、MIM素子1および抵抗発熱体2で熱に変換される消費電力は0.847Wであり、MIM素子1の電力密度は0.5MW/

$\text{m}^2$ 、抵抗発熱体2の電力密度は $1.355\text{GW}/\text{m}^2$ である。このような条件で抵抗発熱体2に電力が供給されると、吐出用液体を加熱し発泡させる十分な発熱が生じる。また、MIM素子1の単位面積あたりの発熱量は抵抗発熱体2の単位面積あたりの発熱量の $1/2704$ であるため、温度上昇を抑えることができる。また、特に、下部層22を介してSi基板23に熱が逃げるため、MIM素子1の温度上昇を効率よく抑制できる。さらに、MIM素子1と抵抗発熱体2の抵抗値が等しいため、抵抗発熱体2に大電力を供給するとともにMIM素子1の動作電圧が高く、MIM素子1がオン状態のときに吐出用液体の発泡に必要な大電流を流すことが可能である。

【0038】（第2の実施形態）図5には、本発明の第2の実施形態のインクジェット記録ヘッドの要部が示されている。第1の実施形態と同様な部分には、同一の符号を付与し説明を省略する。

【0039】本実施形態では、MIM素子1が抵抗発熱体2と同一の基板23上に形成され、基板23と実質的に平行な方向に吐出口18が形成されている。流路19は、抵抗発熱体2の形成部分から、主にMIM素子1の配設位置側に延びている。そのため、広い面積を有するMIM素子1が、液体吐出の邪魔になることはない。また、MIM素子1の一部分が吐出用液体に熱的に接触しているため、MIM素子1で発生する熱を吐出用液体にも逃がすことができ、MIM素子の温度上昇を効果的に防止できる。

【0040】（第3の実施形態）図6は、本発明の第3の実施形態のインクジェット記録ヘッドの要部が示されている。第1、2の実施形態と同様な部分には、同一の符号を付与し説明を省略する。

【0041】本実施形態では、全体が薄膜層を介して吐出用液体に接しているMIM素子11が設けられている。MIM素子11および抵抗発熱体2上に、スパッタ蒸着により、厚さ $0.6\mu\text{m}$ 、熱拡散率 $\kappa=0.47\text{m}^2/\text{s}$ のSiO<sub>2</sub>薄膜が積層されており、このSiO<sub>2</sub>薄膜は、MIM素子11および抵抗発熱体2の保護膜505である。この保護膜505によって保護されることにより、MIM素子11は、液室4および流路31の内部に、またはそれらに隣接して配置され得る。それによって、インクジェット記録ヘッドを大型化させることなく、MIM素子11の面積を大きくすることができる。

【0042】例えば、下電極5と上電極6との間に $2\mu\text{s}$ のパルス状電圧を印加することにより液滴9を吐出させるとき、保護膜505に関する熱伝導距離、すなわち、 $\kappa\Delta t$ の平方根の2倍が $1.94\mu\text{m}$ である。保護膜505の厚さが熱伝導距離よりも薄いため、吐出用電圧が印加された時にMIM素子11により発生する熱をすみやかに吐出用液体に逃がし、MIM素子11の温度上昇を抑制できると同時にMIM素子11を保護するこ

とができる。

【0043】本実施形態も、第1の実施形態と同様に、MIM素子11の製造方法について説明すると、このMIM素子11は、ストライプ状の金属電極（下電極）5を陽極酸化して得られる絶縁性薄膜（酸化絶縁膜）24の上に、下電極5と交差するストライプ状の金属電極（上電極）6が配設された構成である。具体的には、下電極5は、RFスパッタ法で厚さ約 $300\text{nm}$ のTa薄膜を形成した後、その表面を陽極酸化法で酸化して厚さ約 $32\text{nm}$ のTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>薄膜を形成したものである。この時、RFスパッタ工程は約 $10^{-2}\text{Torr}$ 程度のArガス雰囲気中で行う。また、陽極酸化工程は、0.8重量%のクエン酸水溶液中でメッシュ状白金電極を陰極として行う。また、上電極6および情報電極7は厚さ $23\text{nm}$ のタンタル薄膜電極であり、基板23は結晶軸 $<111>$ の厚さ $0.625\text{mm}$ のSi基板であり、下電極5の表面の下部層22は厚さ $2.75\mu\text{m}$ のSi熱酸化膜であり、抵抗発熱体2は、厚さ $0.05\mu\text{m}$ の窒化タンタル薄膜である。

【0044】本実施形態では、抵抗発熱体2は、大きさが $40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$ で面積が $1600\mu\text{m}^2$ であり、その素子抵抗は $53\Omega$ である。また、流路31の幅は $60\mu\text{m}$ で、流路間の間隔は $80\mu\text{m}$ である。MIM素子11の大きさは $42.25\mu\text{m}\times 40000\mu\text{m}$ で面積は $1690000\mu\text{m}^2$ であり、吐出口8の配列方向と垂直な方向に長く延びる帯状である。MIM素子11の面積は、抵抗発熱体2の面積の1056倍である。また、MIM素子11の両端、すなわち下電極5と上電極6との間に印加される電圧が $6.7\text{V}$ の場合、MIMの素子抵抗は $53\Omega$ である。よって、下電極5と情報電極7との間に $13.4\text{V}$ の電圧を印加すると、MIM素子11および抵抗発熱体2のそれぞれに $6.7\text{V}$ の電圧が印加され、 $126\text{mA}$ の電流が流れる。この時、MIM素子11および抵抗発熱体2で熱に変換される消費電力は $0.847\text{W}$ であり、MIM素子11の電力密度は $0.5\text{MW}/\text{m}^2$ 、抵抗発熱体2の電力密度は $0.529\text{GW}/\text{m}^2$ である。このような条件で抵抗発熱体2に電力が供給されると、吐出用液体を加熱し発泡させる十分な発熱が生じる。また、MIM素子11の単位面積あたりの発熱量は抵抗発熱体2の単位面積あたりの発熱量の $1/1056$ であるため、温度上昇を抑えることができる。

【0045】また、 $3.7R_{\text{MIM}}/S_{\text{MIM}} < R_{\text{H}}/S_{\text{H}}$ の条件が満たされているため、MIM素子11の設計時に考慮していない、水を主成分とする泡が発生し吐出が不安定になるおそれがない。

【0046】本実施形態では、MIM素子11が吐出用液体に隣接して配置されており、これが放熱構造、すなわち冷却構造として作用する。具体的には、MIM素子11が、その電極に接する熱拡散率 $\kappa$ の保護膜505を

有し、MIM素子11に期間 $\Delta t$ のパルス電圧が印加されるときに、保護膜505の厚さが $k\Delta t$ の平方根の2倍以下となっている。これにより、MIM素子11の発熱によるMIM素子11自体の破壊を防止できる。

【0047】次に、上述した各実施形態で示したインクジェット記録ヘッドを搭載したインクジェット記録装置の一例の模式図を図7に示す。

【0048】このインクジェット記録装置は、駆動回路403によりその駆動を制御される紙送りローラ405で被記録媒体である紙406を搬送する構成となっている。また、制御部404により制御されるインクジェット記録ヘッド407は、その各吐出口が、搬送されてくる紙406に対向するように設けられており、制御部404からの信号に応じて非線形素子1をオン状態またはオフ状態に制御することにより、吐出口8からの吐出液滴9の吐出および非吐出を制御する。このようにして電力が供給された抵抗発熱体2上のインクが急速に加熱されることで、抵抗発熱体2表面全域に一斉に膜沸騰現象に基づく気泡が、きわめて高い圧力を伴って発生する。この圧力によって、上述したように吐出液滴9が吐出口8から吐出され、被記録媒体上に画像が形成される。また、吐出液滴9の吐出に伴い、インクタンク402からインクジェット記録ヘッド407へインクが供給される。

【0049】

【発明の効果】本発明によると、非線形素子の面積が、これと直列接続された抵抗発熱体の、一対の電極間の面積よりも大きいため、非線形素子の発熱により非線形素子自体が破壊してしまうことが防げる。特に、非線形素子の面積が、抵抗発熱体の、一対の電極間の面積の3.7倍～ $10^8$ 倍であると、非線形素子の発熱により非線形素子自体が破壊してしまうことが防げるとともに、ヘッドの小型化の妨げとならない。さらに、吐出用液体の発泡に必要な大電流を流しつつ、素子駆動コストの上昇を生じない程度に駆動電圧を低く抑えることができる。

【0050】また、非線形素子の、吐出口配列方向の長さが、該配列方向と実質的に直交する方向の長さよりも短いと、吐出口と非線形素子を高密度に並べることができる。

【0051】さらに、非線形素子に対する冷却構造を有すると、非線形素子の発熱により非線形素子自体が破壊してしまうことがより確実に防げる。

【0052】これらの結果、低コストで長尺化が可能なインクジェット記録ヘッドおよびインクジェット記録装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態のインクジェット記録ヘッドの要部平面図である。

【図2】MIM型電気特性の説明図である。

【図3】第1の実施形態のインクジェット記録ヘッドの要部断面図である。

【図4】第1の実施形態のインクジェット記録ヘッドを模式的に示す電気回路図である。

【図5】本発明の第2の実施形態のインクジェット記録ヘッドの要部平面図である。

【図6】本発明の第3の実施形態のインクジェット記録ヘッドの要部平面図である。

【図7】本発明のインクジェット記録ヘッドを搭載した、本発明のインクジェット記録装置の一例を示す模式図である。

【符号の説明】

1	MIM素子（非線形素子）
2	薄膜抵抗発熱体（発熱素子）
5	下側電極（縦電極）
6	上側電極（横電極）
7	信号電極（情報電極）
8	吐出口
9	液滴
11	MIM素子（非線形素子）
18	吐出口
19	流路
22	下部層（薄膜酸化絶縁膜）
23	基板
24	絶縁性薄膜
31	流路
52	吐出口形成部
54	吐出用液体供給口
402	インクタンク
403	駆動回路
404	制御部
405	紙送りローラ
406	紙
407	インクジェット記録ヘッド
505	保護膜



404 制御部

402 インクタンク

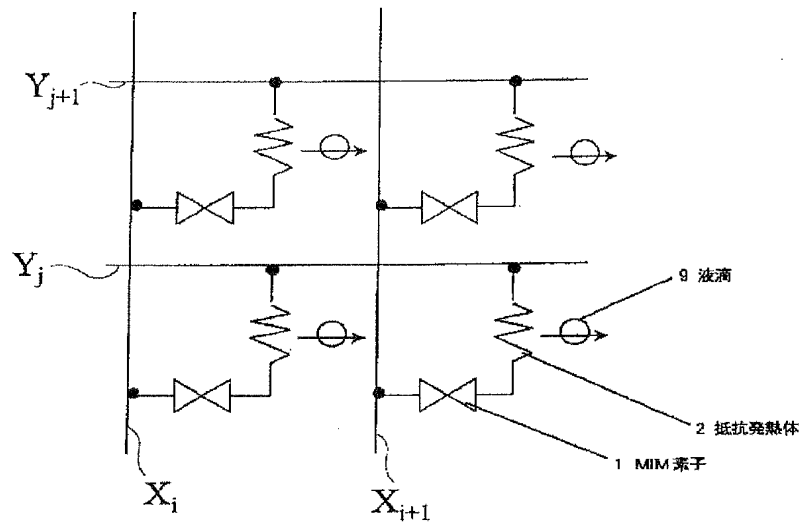
403 駆動回路

407 インクジェット記録ヘッド

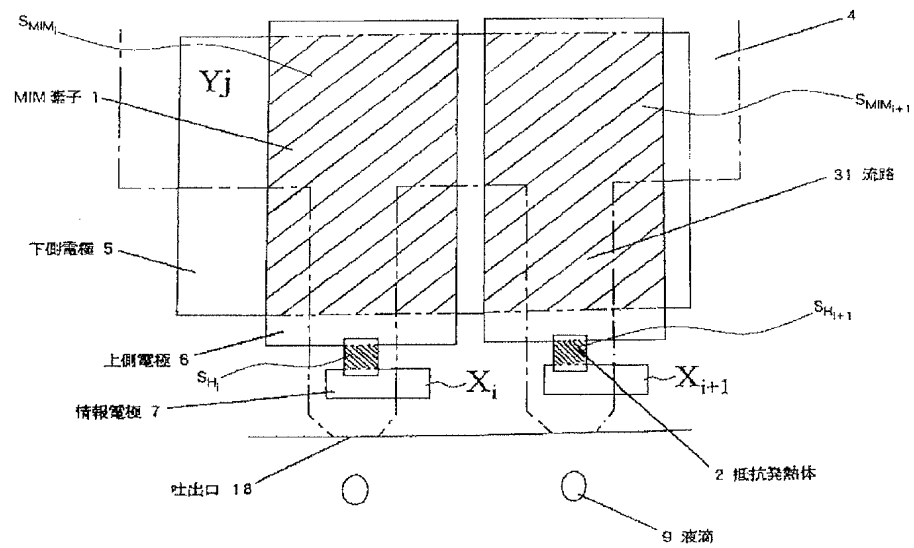
408 紙

405 紙送りローラ

【図4】



【図5】



【図6】

